

## ⑫ 公開特許公報(A)

昭62-27666

⑬ Int.Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 昭和62年(1987)2月5日

G 01 P 15/125

7027-2F

審査請求 未請求 発明の数 1 (全6頁)

⑮ 発明の名称 加速度計

⑯ 特 願 昭61-174009

⑰ 出 願 昭61(1986)7月25日

優先権主張 ⑱ 1985年7月25日 ⑲ 米国(US) ⑳ 758692

㉑ 発 明 者 ロバート イー スチ アメリカ合衆国 カリフォルニア州 91364 ウッドラン  
ユアート ドヒルズ イバラロード 21847㉒ 出 願 人 リットン システムズ アメリカ合衆国 カリフォルニア州 90210 ビバリーヒルズ  
インコーポレーテツ ノースクレツセントドライブ 360  
ド

㉓ 代 理 人 弁理士 竹沢 荘一

SR1

See family  
member  
USP 4679434

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

加速度計

## 2. 特許請求の範囲

- (1) 加速度検知体の外周となる開口部を持つ半導体製の第1の平面基板を備え、前記加速度検知体が、前記半導体基盤に、複数の互いに交差する屈曲ブレードにより接続され、かつ前記第1の平面基盤の両面に装着され、さらに、前記加速度検知体に隣接する導電面を、それぞれ有する第2及び第3の平面基盤と、前記加速度検知体と前記第2及び第3の基盤上の前記導電面との間に電位を与える装置と、前記電位を前記加速度検知体に接続するために、前記第1の平面基盤の前記半導体の中に形成された装置とを備える加速度計。
- (2) 半導体の中に形成された装置が、加速度計からの出力信号に応答する装置を内蔵している特許請求の範囲第(1)項に記載の加速度計。
- (3) 屈曲ブレードが、片端支持式により、一方向に柔軟性を持ち、かつ他の全ての方向に剛性を持つ

ている特許請求の範囲第(1)項に記載の加速度計。

- (4) 屈曲ブレードが、いくつかの対をなし、各ブレードが、半導体基盤の両面のV型溝によって形成され、この基盤と、ある角度を持ち、上記の対になったブレードが、互いに正反対の傾斜をなしている特許請求の範囲第(1)項に記載の加速度計。
- (5) 加速度検知体が、表面積の対質量比を高めるために、凹凸形状をなしている特許請求の範囲第(1)項に記載の加速度計。
- (6) 加速度検知体が、ドーピングすることにより導電性となるように、半導体基盤内に形成され、また第2及び第3の平面基盤が、半導体の対向面に取り付けた1対の絶縁板よりなるとともに、前記加速度検知体に隣接する導電性パッドを有する特許請求の範囲第(1)項に記載の加速度計。
- (7) 屈曲ブレードが、半導体基盤を形成している単一結晶体を異方性エッチングして作られている特許請求の範囲第(1)項に記載の加速度計。

## 3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は、半導体集積回路を備え、クローズド・ループ式の一体型の加速度計に関するものである。

特に、本発明は、サーボ回路や信号処理回路が形成されている普通の半導体基盤内に設けられ、かつ集積回路を備える加速度計に関する。

〔従来の技術〕

センサと信号処理回路を1つのシリコンチップに組み込むことは、約10年前に、圧カトランスジューサについて始められた。現在も、この技術を加速度計を含む多くの分野で応用しようと、いろいろな大学や研究機関で、熱心な努力が傾けられている。

これまで、オープン・ループ式の加速度計はいくつか作られテストされている。これらのオープン・ループ式加速度計の代表的なものは、一端が半導体に取り付けられ、もう一方の自由端に、慣性体に取り付けられた片持ばり式の構造体を持つものである。この構造体の固定端側には圧力センサが取り付けられており、このセンサの電気抵抗が、構造体の加速度にตอบสนองする運動によって変化

体基盤に結合されている。これらのヒンジは、慣性体を片持ばり式によるものと同様に、この基盤に結合している。

このような慣性体の片持ばり式の支持は、複数の互いに交差する屈曲ブレード構成されるヒンジによるのが望ましい。このブレードは、半導体基盤の両面にそれぞれ1つのV型溝をエッチングし、薄い折れ曲がったブレードを残すことで作られる。このブレードが、慣性体と基盤の結合の役割を果たす。

第2の互いに交差する屈曲ブレードは、最初のブレードの溝から、その幅の約半分ずらして、同様の溝を切ることで作られる。

その結果、最初ノブレードと2番目のブレードとは、正反対の傾斜を持つことになる。最初のブレードと2番目のブレードがずれていること、並びに互いに傾斜が正反対であることにより、これらのブレードは、横から見ると、それぞれの中心点で互いに交差し、シリコン基盤の水平面に平行な軸回りの回転に対しては、高い柔軟性をもち、

することを利用して、加速度を測定するものである。

〔本発明が解決すべき問題点〕

こうしたオープン・ループ式の加速度計は、安定性の欠如、大きなヒステリシス、そして熱に対する極端な過敏性という問題を内包している。

〔問題点を解決するための手段〕

本発明は、オープン・ループ式の加速度計の研究で培われた技術を、慣性誘導や飛行制御システムへの応用に必要な、より精度の高いクローズド・ループ式加速度計の技術へと拡張するものである。

本発明は、集積回路が作られるのと全く同様に、シリコン・ウェハに一括して作られるクローズド・ループ式加速度計に関するものである。

本発明による加速度計には、必要な部分に導電部を形成するため、ドーピングすることの出来るシリコンのような半導体から作られた慣性体が内蔵されている。

1枚の結晶シリコン板を、異方性エッチングして作られたヒンジによって、この慣性体は、半導

それ以外の方向への回転や移動に対しては、高い剛性を持つ。

フォトリソグラフィックとか、ディファレンシャル・エッチングといったよく知られた半導体製造技術によって作られるクローズド・ループ式加速度計は、多くの利点を有している。

例えば、許容誤差をきびしくコントロール出来ること、そして、この加速度計の一部もしくは全部を、相当に微小な基盤内に他の回路と一緒に組み込むことが出来ること、などが挙げられる。

さらに、後者の場合には、マイクロコンピュータによる制御も可能となり、ユーザの用途に合わせた特殊な加速度計を作ること、並びに加速度のキャリブレーションなどが可能となる。

〔実施例〕

以下、図面に基づき、本発明の実施例について説明する。

第1図には、ハウジング(12)の中に取り付けられた加速度計(10)の、斜視図が示されている。

ハウジング(12)は、4つの側壁(14)を備えてい

る。そのうちの相対する1対の側壁(14)から、装着用タブ(16)が張り出している。残りの相対する1対の側壁(14)には、電気接続用端子(18)が差し込まれ、加速度計(10)と電気的に接続されている。ハウジング(12)の中には、独立したハイブリッド回路から成る増幅器(20)と補償回路(22)が組み込まれている。

第2図は、本発明による加速度計が、シリコンから作ることが出来る半導体基盤(24)と、それを上下からはさむ耐熱ガラス、もしくは他の絶縁性の材料から作られた1対の絶縁体(26)(28)を内蔵していることを分かり易く表している。

ここに示された加速度計は、公知の異方性エッチング法で作ることが可能である。この加速度計の製造は、公知の集積回路製造法の簡単な応用でさらに単純化される。すなわち、このような技術を使うことで、センサドライバ、そして加速度計初期化増幅器(ARA)(30)などのデータ処理回路を、半導体基盤(24)の表面に形成出来るからである。

加速度計(10)は、半導体基盤(24)の水平面に対

して直角方向に働く加速度を検知する慣性体(32)を内蔵している。この慣性体(32)には、上部絶縁基盤(28)の下面にある導電面(36)とセットになって、慣性体の変位を静電容量の変化という形で検出するための第1の導電面(34)が取り付けられている。

第2図から分かるように、慣性体(32)は、単純なウエーブ様のヒンジ(38)で片側だけを支持されている。このヒンジ(38)は、半導体基盤(24)の両面を異方性エッチングして作られるとよい。

慣性体(32)を基盤(24)からくり抜くのに、また同様の技術が用いられる。ヒンジ(38)を互い違いにして作ることにについては、後で、第3図から第5図に基づき、より詳細に説明する。

基盤(24)の表面は、増幅器(30)と導電体(34)の間を電気的に接続するために、ドーピングもしくは金属化されているとよい。

慣性体(32)のもう一方の面にも、第2の導電面(34)があって、第4図からも分かるように、下部絶縁基盤(26)の上面の導電面(40)と隣接している。

絶縁基盤(28)の導電面(36)と絶縁基盤(26)の導電面(40)との間にはさまれた導電面(34)には、ARA(30)がある電位を与え、バイアス・フィールドを形成している。

このバイアス・フィールドが、導電面(34)を持つ慣性体(32)を、「ゼロ」即ち「中立」の位置に押し戻す役割を果たしている。

加速度計(10)に取り付けられた物体に加速度が作用すると、慣性体(32)が動き、導電面(36)(40)及び導電面(34)で部分的に形成している静電容量ブリッジのバランスが崩れ、電気出力信号が発生して、ARA(30)に送られる。

上に述べたシステムが加速度計としての動きを、クローズド・ループのフィードバック制御し、慣性体の運動範囲を非常に限られた空間内に制限している。

第3図と第4図は、第2の型のヒンジ(39)を示している。

好適実施例においては、このヒンジ(39)は、交差する屈曲ブレード(42)から作られているとよい。

屈曲ブレード(42)は、単一の結晶シリコンを異方性エッチングすることにより形成されている。このシリコンは、(1, 0, 0)シリコン・ウェハに配向され、基盤(24)の上下両面にV型溝を刻むためのエッチングに備えてマスクされる。

第4図は、第3図の4-4線に沿ったヒンジの断面を示している。

この図から、上面の溝(44)が、下面の溝(44)の左側に位置していることが分かると思う。

異方性エッチングでシリコンを融かして除去すると、半導体基盤(24)の水平面に対してある角度を持って傾斜した薄いブレード(42)が、上方からの溝と下方からの溝(44)の間に残る。

第2の屈曲ブレード(42')は、その中心が第1のブレードの中心と一直線上に並ぶように、また第1のブレードと大体70度位の角度をなすように、基盤(24)の両面から同様の1対のV型溝を作ることによって形成される。こうして、いわゆる互いに交差する屈曲ブレードが形成される。

第3図に示すように、屈曲ブレード(42)(42')

電圧を引き上げる。

この交流電圧の変化は増幅器(30)に入力され、さらに、増幅器(30)のフィードバック信号を端子(48)に送り出し、慣性体(32)を元の位置に復帰させ、加速度計をバランスした「0」の状態に復帰させる。同時に、増幅器(30)からの出力信号は、この加速度計を含むシステムが求める加速度信号として端子(61)に出力される。

以上、好適な実施例として、ウェッジ様のヒンジ(38)と互いに交差する屈曲ブレード(39)を持つものについて説明したが、本発明を、これらとは異なる形で実現することも可能である。従って、本発明は、特許請求の範囲にのみ、限定されるものである。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は、ハウジング内に組み込まれた本発明による加速度計の斜視図。

第2図は、シリコン・ウェハーと耐熱ガラスウェハーから成る1個の加速度計チップの分解斜視図。

第3図は、本発明による慣性体及び互いに交差する屈曲ブレード支持部を示す平面図。

第4図は、第3図のIV-IV線による断面図。

第5図は、本発明による互いに交差する屈曲ブレード、及び慣性体の片端支持式結合の要領を、第3図示のものとは若干構造の異なるものとした例を示す斜視図。

第6図は、本発明による加速度計のブロック図である。

- |                        |                  |
|------------------------|------------------|
| (10) 加速度計              | (12) ハウジング       |
| (14) 側壁                | (16) タブ          |
| (18) 端子                | (20) 増幅器         |
| (22) 補償回路              | (24) 半導体基盤       |
| (26)(28) 絶縁体           | (30) 増幅器         |
| (32) 慣性体               | (34)(36)(40) 導電面 |
| (38)(39) ヒンジ           | (42) 屈曲ブレード      |
| (44) 溝                 | (46) 周面          |
| (48)(50)(52) 接続パッド     | (54) 凹み          |
| (56) 孔                 | (61) 出力端子        |
| (64)(66)(72)(74) コンデンサ |                  |

(68)(70) 接続点

(76) 交流電源

特許出願人代理人 井理士 竹 沢 荘



Fig. 1

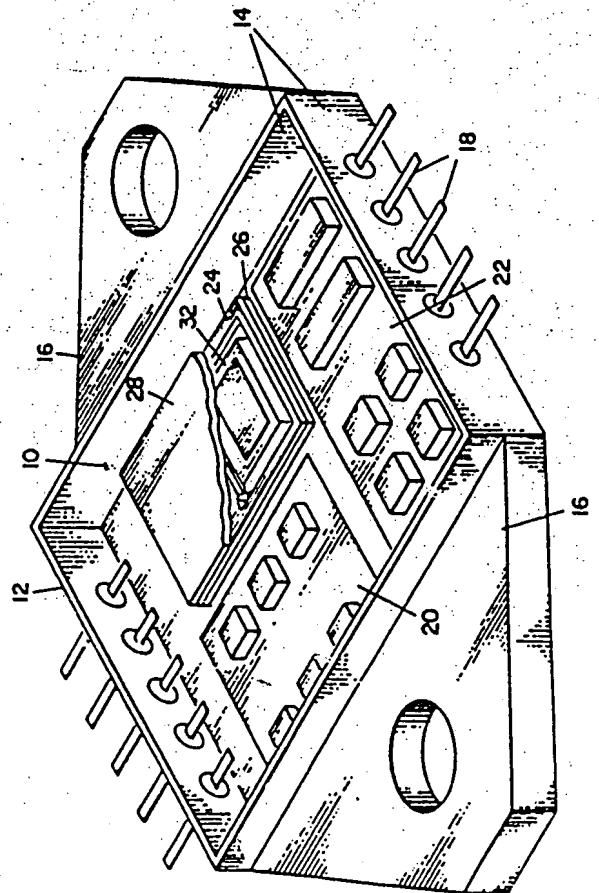


Fig. 2

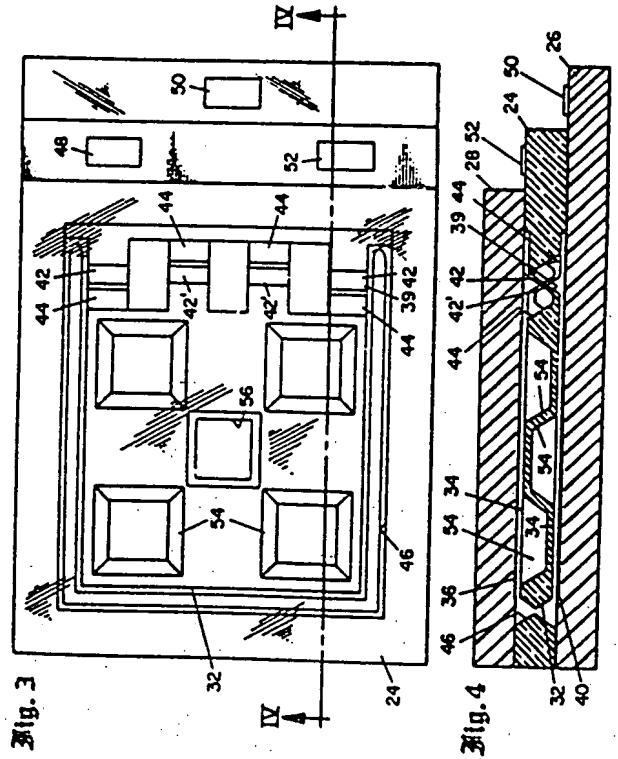
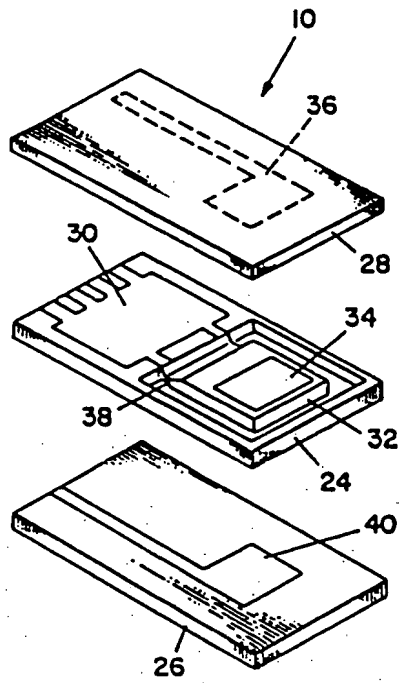


Fig. 5

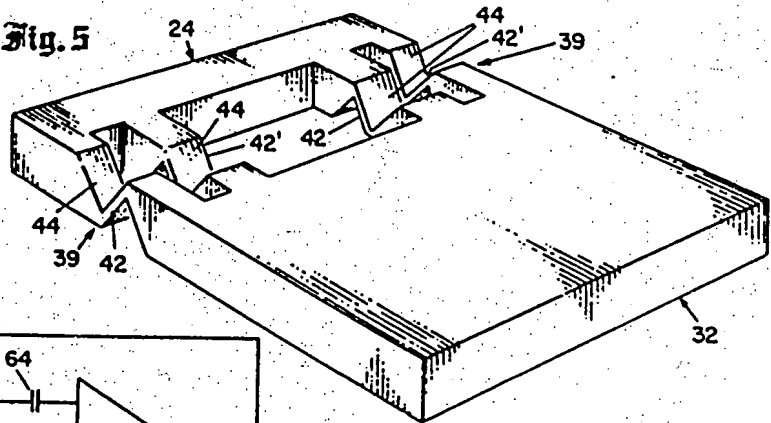


Fig. 6

